

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

分光器及びこれを備えた共焦点顕微鏡

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

本発明は、光束をスペクトル分解して任意波長のスペクトル光を取り出す分光器と、この分光器を備えた共焦点顕微鏡とに関するものである。本出願は、特願 2003-026043 号を基礎出願とし、その内容を取り込むものとする。

Description of Related Art

従来、レーザ光を観察対象に照射して観察対象を励起させるとともに、この観察対象からの蛍光を画像表示して蛍光観察を可能にする共焦点顕微鏡が知られている（例えば特開平 8-43739 号公報参照）。

共焦点顕微鏡には、前記蛍光から特定波長のスペクトル光を取り出して観察するための分光器が備えられており、取り出そうとするスペクトル光に、他の波長のスペクトル光のサイドローブ等が入り込むのを避けることが、分光精度向上の観点より望まれている。

同様の課題を解決するために、例えば特表 2002-502050 号公報では、スペクトル分解する前の光束（蛍光）に焦点を結ばせる微小開口の形状を、矩形とする構成を採用している。これについて、図 12 を用いて説明する。

同図に示すように、図示されない観察対象からの光束 1 は、まず、多角形通過孔 2a が形成された微小開口 2 を通過した後、フォーカシング光学系 3 を経てプリズム 4 に入射することで、各波長のスペクトル光 5 に分解される。これら分解されたスペクトル光 5 は、他のフォーカシング光学系 6 を通って分散平面 7 上に像を結ぶ。このようにして分散平面 7 上に形成される像は、最も光強度の高いスポット 8a を中心として X 状にサイドローブが点在する像が、スペクトル方向に複数並ぶ（同図では、説明のために 2 つだけ図示している）。したがって、各像のうち、必要な波長を有するスペクトル光以外の像を、スペクトル方向において遮断することで、所望のスペクトル光を取り出すことが可能となっている。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の分光器は、光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意波長を有するスペクトル光を選択して取り出す分光器である。この分光器は、分解された前記各スペクトル光を対向視して、これらスペクトル光の並び方向をスペクトル方向とした場合に、前記各スペクトル光の透過域を、前記スペクトル方向で制限するマスクと、前記スペクトル方向に垂直方向で制限するマスクとを備える。

この分光器では、分解する前の前記光束が焦点を結ぶ四角形の微小開口を備え、該微小開口の一の対角線がなす方向と前記スペクトル方向とが、互いに平行であることがより好ましい。

この分光器では、前記各マスクと、これらマスクに向かう前記各スペクトル光との相対位置を調整する調整手段を備えることがより好ましい。

この分光器では、前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面に、反射防止手段を設けることがより好ましい。

この分光器では、前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面が、該遮光面に隣接する光学機器に対向するのを避けるように傾斜していることがより好ましい。

この分光器では、前記各マスクに隣接してレンズが対向配置され、該レンズの前記各マスクに対向する面が、これらマスクに向かって凸となる凸面をなしていることがより好ましい。

本発明の共焦点顕微鏡は、観察対象からの光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して受光器で受光する共焦点顕微鏡である。この共焦点顕微鏡は、前記観察対象から前記受光器に向かう光路の間に、上記の何れかに記載の分光器を備える。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第1実施形態を示す図であって、光路に沿った機器配置を示す説明図である。

図2は、同分光器のマスキング装置を示す図である。上図は、このマスキング装置を光路に沿って対向視した場合の正面図であり、下図は、微小開口形状を説

明するための説明図である。

図 3 は、同分光器の同マスクング装置を示す図であって、図 2 の A－A 矢視から見た平面図である。

図 4 は、同分光器において、微小開口形状として四角形を採用した場合の入射光強度分布を、図 2 の B－B 断面で見た場合の図である。

図 5 は、同入射光強度分布を図 2 の C－C 断面で見た場合の図である。

図 6 は、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 2 実施形態を示す図である。上図は、微小開口形状として円形を採用した場合の入射光強度分布を示す図であって、光路に沿ってマスクング装置を対向視した場合の分布パターンを示す図である。下図は、その微小開口形状を説明するための説明図である。

図 7 は、同分光器の同分布パターンを示す図であって、図 6 の D－D 断面で見た場合の図である。

図 8 は、同分光器の同分布パターンを示す図であって、図 6 の E－E 断面で見た場合の図である。

図 9 は、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 3 実施形態を示す図であって、光路に沿った機器配置の要部を示す説明図である。

図 10 は、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 1 実施形態から第 3 実施形態に用いて好適な反射防止手段を説明する図であって、スペクトル方向に平行な断面で見た場合の説明図である。

図 11 は、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 1 実施形態から第 3 実施形態に用いて好適な他の反射防止手段を説明する図であって、スペクトル方向に平行な断面で見た場合の説明図である。

図 12 は、従来の分光器を説明するための斜視図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

本発明の分光器及びこれを備えた共焦点顕微鏡の各実施形態についての説明を、図面を参照しながら以下に行うが、本発明がこれらに限定解釈されるものでないことは勿論である。まず、図 1～図 5 を用いて、本発明の第 1 実施形態についての説明を行う。図 1 は、本実施形態の分光器を備えた共焦点顕微鏡の光路に沿っ

た機器配置を示す説明図である。図2は、同分光器のマスキング装置を示す図である。上図は、このマスキング装置を光路に沿って対向視した場合の正面図であり、下図は、微小開口形状を説明するための説明図である。図3は、同分光器の同マスキング装置を示す図であって、図2のA-A矢視から見た平面図である。図4は、同分光器において、微小開口形状として四角形を採用した場合の入射光強度分布を、図2のB-B断面で見た場合の図である。図5は、同入射光強度分布を図2のC-C断面で見た場合の図である。

図1に示すように、本実施形態の共焦点顕微鏡は、レーザ光L1を標本H（観察対象）に対して照射するレーザ光照射装置10と、レーザ光射出装置10からのレーザ光L1を受けた標本Hより発せられる蛍光L2（光束）を、各波長のスペクトル光S1～S3に分解するとともに、スペクトル光S1～S3の中から任意の波長を有するスペクトル光S2を選択する分光器20と、分光器20によって選ばれた波長のスペクトル光S2を受光する光検出器30とを備えて概略構成されている。

レーザ光照射装置10は、レーザ光源11と、ビームエクspанда12と、ダイクロイックミラー13と、X-Y走査光学系（スキャナ）14と、瞳投影レンズ15と、顕微鏡16とを備えて構成されている。レーザ光射出装置10では、レーザ光源11より射出された単一波長のレーザ光L1が、まずビームエクspанда12をってからダイクロイックミラー13で反射され、X-Y走査光学系14に射出される。レーザ光L1は、瞳投影レンズ15、顕微鏡16をってから、標本Hに向けて照射される。レーザ光Lの照射を受けた標本Hは、顕微鏡16に向かって蛍光L2を発する。蛍光L2は、顕微鏡16、瞳投影レンズ15、X-Y走査光学系14を経て、ダイクロイックミラー13に照射される。ダイクロイックミラー13は、蛍光L2のみが前記分光器20に向かうように通過させる。

分光器20は、共焦点光学系21と、平面グレーティング22と、レンズ（系）23と、マスキング装置24とを備えて構成されている。分光器20では、前記ダイクロイックミラー13を通過した蛍光L2を共焦点光学系21に導入する。共焦点光学系21では、取り込まれた蛍光L2が、共焦点開口21aに形成され

た微小開口 2 1 a 1 において焦点を結んだ後、単レンズ 2 1 b によって平行光となる。微小開口 2 1 a 1 は、例えば菱形などの四角形をなしている。平行光となった蛍光 L 2 は、そのまま平面グレーティング 2 2 に照射され、各波長毎の平行光として複数のスペクトル光 S 1 ～ S 3 に分光される（図 1 では、説明を容易とするために、スペクトル光の本数を 3 本としている）。レンズ（系） 2 3 に向かうこれらスペクトル光 S 1 ～ S 3 は、互いに所定間隔を置いた状態で、同一の仮想平面上に焦点 F 1 ～ F 3 を結ぶ。

マスキング装置 2 4 は、光の通過可能領域の位置並びに幅寸法を調整することで、所望の波長帯域及び波長幅のスペクトル光 S 2 を取り出し、前記光検出器 3 0 に受光させることが可能となっている。以下、このマスキング装置 2 4 の詳細について説明する。以下の説明においては、各スペクトル光 S 1 ～ S 3 を対向視した場合に、これらスペクトル光 S 1 ～ S 3 の並び方向を「スペクトル方向」、このスペクトル方向に垂直な方向を「垂直方向」として説明を行う。

図 2 及び図 3 に示すように、マスキング装置 2 4 は、各スペクトル光 S 1 ～ S 3 の光路をスペクトル方向において制限する一対の可変マスク 2 4 a, 2 4 b（マスク）と、垂直方向で制限する一対の複合マスク 2 4 c, 2 4 d（マスク）と、可変マスク 2 4 a, 2 4 b 及び複合マスク 2 4 c, 2 4 d の位置を独立駆動することで、可変マスク 2 4 a, 2 4 b 及び複合マスク 2 4 c, 2 4 d と、これらに向かう各スペクトル光 S 1 ～ S 3 との相対位置を調整する駆動機構（調整手段。図示略。）とを備えて構成されている。

可変マスク 2 4 a, 2 4 b は、それぞれが独立してスペクトル方向（紙面左右方向）に移動できるようになっている。したがって、可変マスク 2 4 a, 2 4 b の絶対位置をスペクトル方向に移動させることで、光検出器 3 0 に受光させる蛍光の波長帯を調整することが可能となっている。また、可変マスク 2 4 a, 2 4 b 間の間隔 w 1 を制御することで、光検出器 3 0 に受光させる蛍光の波長幅を調整することも可能となっている。

複合マスク 2 4 c, 2 4 d は、それぞれが独立して垂直方向（図 2 の紙面上下方向）に移動できるようになっている（これら複合マスク 2 4 c, 2 4 d 間の開口部分の間隔を一定幅に保ったまま、共に垂直方向に移動させることも可能であ

る)。したがって、これら可変マスク 24 c, 24 d の絶対位置を垂直方向に移動させることで、垂直方向における蛍光の透過位置を調整することが可能となっている。また、これら可変マスク 24 c, 24 d 間の間隔 w_2 を制御することで、垂直方向において蛍光が透過できる高さ寸法を調整することも可能となっている。

したがって、可変マスク 24 a, 24 b 及び複合マスク 24 c, 24 d を前記駆動機構で制御することにより、四角形状の開口部の位置並びにその大きさ（幅寸法及び高さ寸法の両方）を自在に調節することができ、所望の波長帯及び波長幅の蛍光を選んで光検出器 30 に受光させ、その他の蛍光を確実に遮断することが可能となっている。

この遮光機能の効果と、前記微小開口 21 a 1 の形状との関係について、以下に説明する。前述したように、微小開口 21 a 1 は、例えば菱形などの四角形をなしている。図 2 の下図に示すように、この四角形が有する対角線のうちの 1 本（対角線 a 1）の方向と、スペクトル方向とが互いに平行をなし、かつ、他の対角線（対角線 a 2）の方向と、垂直方向とが互いに平行をなしている。

微小開口 21 a 1 の形状として四角形を採用することにより、分光後の各スペクトル光 $S_1 \sim S_3$ に生じるサイドローブのパターンを、図 2 の上図に示すように、X 状に点在させることができる。言い換えると、スペクトル光 $S_1 \sim S_3$ に垂直をなす断面で見た場合に、スペクトル方向に対して傾斜するとともに互いに交差する 2 本の直線方向に点在するように分布させることができる。したがって、各焦点 $F_1 \sim F_3$ の並び方向であるスペクトル方向にサイドローブが点在するのを避けることが可能となっている。そして、各スペクトル光 $S_1 \sim S_3$ のメインスポット（各焦点 $F_1 \sim F_3$ 位置に形成される最も光強度の高い部分）に、隣接する他のスペクトル光のサイドローブが入り込むのを、より確実に低減することができる。

スペクトル方向に対する微小開口 21 a 1 の四角形の向きを上述のようにすることで、各スペクトル光 $S_1 \sim S_3$ のメインスポット（各焦点 $F_1 \sim F_3$ 位置に形成される最も光強度の高い部分）の並び方向と、複合マスク 24 c, 24 d 間に形成されるスリット方向とを一致させることができる。したがって、可変マスク 24 a, 24 b 間に形成されるスリットを通過しようとするサイドローブを、

同じく垂直方向に位置調整可能な複合マスク 24 c, 24 d によって遮断することが可能となっている。

以上説明のように、本実施形態の分光器 20 は、マスキング装置 24 を備えたことにより、各スペクトル光 S1 ~ S3 のうち、測定対象外のスペクトル光 S1, S3 のメインスポットとそのサイドローブの双方、さらには散乱成分を、スペクトル方向においては可変マスク 24 a, 24 b で遮ることができる。これについてさらに詳しく説明すると、スペクトル方向における各スペクトル光 S1 ~ S3 の光強度分布は図 4 に示すようになり、この方向におけるサイドローブは極めて小さいとして無視することができる。可変マスク 24 a, 24 b の絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光 S2 のみを透過させてスペクトル光 S1, S3 を遮断することが可能となる。

可変マスク 24 a, 24 b 間の隙間を通過しようとする、垂直方向のサイドローブや散乱成分に対しても、複合マスク 24 c, 24 d で遮ることができる。これについてさらに詳しく説明すると、垂直方向における各スペクトル光 S1 ~ S3 の光強度分布は図 5 に示すようになる。この方向においては、スペクトル光 S1, S3 のサイドローブが存在しているが、複合マスク 24 a, 24 b の絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光 S2 のみを透過させてスペクトル光 S1, S3 のサイドローブを遮断することが可能となる。

以上説明のように、本実施形態の分光器 20 を備えた共焦点顕微鏡によれば、スペクトル方向及び垂直方向の双方向より、光が通過できる領域を小さく絞ることができる。そして、サイドローブや散乱成分が測定対象の波長を有するスペクトル光に混ざり込むのを抑えることが可能となる。したがって、スペクトル方向及び垂直方向の双方において、サイドローブや散乱成分の入り込みを低減させることができるため、従来に比較して更なる高 S/N 比の達成が可能となる。

本実施形態では、微小開口 21 a 1 の形状を四角形とした上に、その向きを上述のようにしたことで、サイドローブの分布を 2 本の直線方向に制限するとともにその延在方向の本数を最も少なくすることができる。さらには、サイドローブの分布パターンを知った上で、可変マスク 24 a, 24 b 及び複合マスク 24 c, 24 d により遮光することができる。したがって、サイドローブの入り込みをよ

り確実に低減させることができるため、さらなる高S/N比の達成が可能となる。

本実施形態では、可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24dそれぞれの絶対位置を調整できる前記駆動機構を備えている。したがって、分光器20内の光学系交換などの何らかの理由により、可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24dと、取り出したい波長のスペクトル光S2との間に相対的な位置ずれが生じたとしても、前記駆動機構を用いて可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24dの絶対位置を動かすことで、所望の波長を有するスペクトル光S2以外を適切に遮断するように、これらの間の相対位置を容易に補正することも可能となっている。相対位置を合わせることが重要であるので、可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24d側の位置のみを動かすことに限らず、各スペクトル光S1～S3の照射位置の方を動かして合わせたり、または、両方を調整して位置合わせを行っても良い。

続いて、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第2実施形態を、図6～図8を参照しながら以下に説明する。なお、図6の上図は、微小開口形状として円形を採用した場合の入射光強度分布を示す図であって、光路に沿ってマスキング装置を対向視した場合の分布パターンを示す図である。図6の下図は、その微小開口形状を説明するための説明図である。図7は、同分布パターンを示す図であって、図6のD-D断面で見た場合の図である。図8は、同分布パターンを示す図であって、図6のE-E断面で見た場合の図である。

本実施形態は、上記第1実施形態に比較して、前記微小開口21a1の形状として四角形の代わりに円形を用いた点が特に異なったものとなっている。したがって、以下の説明においては、上記第1実施形態との相違点を中心に説明し、その他については上記第1実施形態と同様であるとして説明を省略する。

図6に示すように、微小開口21a1の形状を円形にした場合には、マスキング装置24に入射する各スペクトル光S1～S3のサイドローブのパターンが、それぞれの焦点位置F1～F3（メインスポット位置）を中心とする同心円状をなす。スペクトル光S1～S3の入射強度分布は、それぞれの焦点位置F1～F3で最も高い光強度をなし、なおかつ、外周に向かうにしたがって急激に光強度の低下するサイドローブが同心円状に存在するようになる。

本実施形態の場合においても、マスキング装置 24 を備えたことにより、各スペクトル光 S1～S3 のうち、測定対象外のスペクトル光 S1, S3 のメインスポットとそのサイドローブの双方、さらには散乱成分を、スペクトル方向においては可変マスク 24 a, 24 b で遮って減らすことができる。これについてさらに詳しく説明すると、スペクトル方向における各スペクトル光 S1～S3 の光強度分布は、図 7 に示すようになり、測定対象であるスペクトル光 S2 に隣接して、スペクトル光 S1, S3 のメインスポット及びサイドローブが並んでいる。可変マスク 24 a, 24 b の絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光 S2 のみを透過させてスペクトル光 S1, S3 を大幅に遮断することが可能となる。

従来では、可変マスク 24 a, 24 b 間の隙間を通過しようとする垂直方向のサイドローブや散乱成分を遮光することができなかった。これに対し、本実施形態では、複合マスク 24 c, 24 d で遮ることができるため、従来に比較して高い S/N 比を得ることが可能となる。

これについてさらに詳しく説明すると、垂直方向における各スペクトル光 S1～S3 の光強度分布は図 8 に示すようになる。この方向においても、スペクトル光 S1, S3 のサイドローブが存在しているが、複合マスク 24 a, 24 b の絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光 S2 のみを透過させてスペクトル光 S1, S3 の大部分を遮光することが可能となる。

本実施形態では、図 7 及び図 8 に示すように、スペクトル光 S1, S3 のサイドローブがわずかながらもスペクトル光 S2 のメインスポットに混在する。このサイドローブは、上述のように、そのメインスポットの位置から径方向に離れるにしたがって急激に光強度が低くなるので、S/N 比を著しく悪化させるものではない。しかしながら、さらなる高 S/N 比を求める場合には、やはり上記第 1 実施形態のように、微小開口 21 a 1 の形状を四角形にするのがより好ましいと言える。

続いて、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 3 実施形態を、図 9 を参照しながら以下に説明する。なお、図 9 は、光路に沿った機器配置の要部を示す説明図であり、図 1 の、共焦点光学系 21 以降の光路を示している。

本実施形態は、上記第1実施形態に比較して、共焦点光学系21の下流側における光束を、ダイクロイックミラー42を用いて複数の波長域の光束に分岐（図では光束を2本に分ける場合を例示しているが、勿論、3本以上に分岐させるものとしても良い。）し、これらを複数台の光検出器43、44で受光するように構成した点が特に異なったものとなっている。

共焦点光学系21を経た光束（蛍光）は、ダイクロイックミラー42に入射し、所定波長よりも短い波長の光が反射されて平面グレーティング45に照射される。所定波長よりも長い波長の光は、ダイクロイックミラー42を通過してミラー46に向かい、さらに反射されて平面グレーティング47に照射される。平面グレーティング45で分光されたスペクトル光は、前記レンズ（系）23を通過してから前記マスキング装置24で所望のスペクトル光のみが透過され、光検出器43で受光される。同様に、平面グレーティング47で分光されたスペクトル光は、他のレンズ（系）23を通過してから他のマスキング装置24で所望のスペクトル光のみが透過され、さらには光検出器44で受光される。

本実施形態においても、マスキング装置24をそれぞれの光検出器43、44の前に備えたことにより、スペクトル方向及び垂直方向の双方において、サイドローブや散乱成分の入り込みを低減させることができるため、従来に比較して更なる高S/N比を達成可能としている。

また、マスキング装置24は、前記駆動機構を備えるものであるため、例えばダイクロイックミラー42の交換などにより、各スペクトル光の焦点位置に狂いが生じたとしても、容易に補正することが可能となっている。

上記第1実施形態～第3実施形態の分光器20は、マスキング装置24で遮光された光が反射して散乱成分となるのを防ぐための対策として、可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24dの双方の、各スペクトル光S1～S3が当たる遮光面に、遮光布（反射防止手段）が貼り付けられている。この遮光布により、前記遮光面からレンズ（系）23に向かって反射する光を抑えることができる。したがって、レンズ（系）23に当たって戻ってくる散乱成分を効果的に防ぐことが可能となっている。なお、前記遮光布の代わりに、前記遮光面を艶消し黒の塗装を施すようにしても良い。

上記第1実施形態～第3実施形態の分光器20では、可変マスク24a, 24b及び複合マスク24c, 24dに隣接するレンズ(系)23の最終面(前記遮光面に対向する面)の形状を、可変マスク24a, 24b及び複合マスク24c, 24dに向かって凸となる凸面を採用している点からも、散乱成分の入り込みによるS/N比の低下を抑制可能としている。

これについて、図10を用いて説明すると、マスキング装置24によって遮られた光がレンズ(系)23の前記最終面に向かって反射したとしても、この最終面が凸面をなしているので、マスキング装置24に戻るのを避けるように反射させることができる。したがって、レンズ(系)23で反射された光(他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分)が、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となっている。

さらに確実に、散乱成分の入り込みによるS/N比低下を防止する手段としては、例えば図11に示す手段も採用することができる。同図の場合では、マスキング装置24の遮光面(可変マスク24a, 24b及び複合マスク24c, 24dの、各スペクトル光が当たる遮光面)を、該遮光面に隣接する光学機器であるレンズ(系)23に対向するのを避けるように傾斜させている。この構成によれば、傾斜した遮光面に当たった光は、この遮光面に隣接するレンズ(系)23を避けた方向に向けて反射される。この構成によれば、遮光面で遮られた光(他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分)が、各スペクトル光の射出側に向かって反射し、さらに反射して戻り、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

上記第1実施形態～第3実施形態では、本発明の分光器を共焦点顕微鏡に適用した場合を例に説明したが、これに限らず、その他の分光用途に本発明の分光器を適用しても良いことは勿論である。

本発明の構成、作用、効果について、以下にまとめる。

本発明の分光器は、分解された前記各スペクトル光を対向視して、これらスペクトル光の並び方向をスペクトル方向とした場合に、前記各スペクトル光の透過域を、前記スペクトル方向で制限するマスクと、前記スペクトル方向に垂直方向で制限するマスクとを備える構成を採用した。

この構成によれば、分解されたスペクトル光のうち、測定対象外のスペクトル光のメインスポットとそのサイドローブの双方、さらには散乱成分を、スペクトル方向においては、この方向に透過域を制限するマスクで遮ることができる。さらに、このマスクを避けて通過しようとする、垂直方向のサイドローブや散乱成分に対しても、透過域を垂直方向で制限するマスクで遮ることができる。

したがって、スペクトル方向及び垂直方向の双方向より、光が通過できる領域を小さく絞ることができるので、サイドローブや散乱成分が、測定対象の波長を有するスペクトル光に混ざり込むのを抑えることができる。よって、従来に比較して更なる高S/N比の達成が可能となるという効果を得ることができる。

前記分光器は、分解する前の前記光束が焦点を結ぶ四角形の微小開口を備え、該微小開口の一の対角線がなす方向と前記スペクトル方向とが、互いに平行をなす構成も採用できる。

この場合、微小開口の形状を四角形にするので、各スペクトル光におけるサイドローブの分布を、このスペクトル光に垂直をなす断面で見た場合に、スペクトル方向に対して傾斜するとともに互いに交差する2本の直線方向に点在するように分布させることができる。さらに、この四角形が有する1本の対角線の方角とスペクトル方向とを平行にするので、各スペクトル光の光路に対向する視線で見た場合に、各スペクトル光の並び方向と、スペクトル方向で透過域を制限するマスクとの相対的な向きを一致させることができる。したがって、取り出そうとするスペクトル光に隣接するスペクトル光のサイドローブが、取り出そうとするスペクトル光のメインスポット（サイドローブがなす2本の直線の交差点位置に位置する）の位置に重なるのを回避させることができる。これにより、メインスポットに、隣接する他のスペクトル光のサイドローブが入り込むのをより確実に低減させることができる。

したがって、サイドローブの分布を複数の直線方向に制限するとともにその延在方向の本数を最も少なくすることができ、さらには、このサイドローブの分布パターンを知った上で、各マスクにより遮光することができる。よって、サイドローブの入り込みをより効果的に低減させることができるため、さらなる高S/N比の達成が可能となる。

前記分光器は、前記各マスクと、これらマスクに向かう前記各スペクトル光との相対位置を調整する調整手段を備える構成も採用できる。

この場合、光学系交換などの何らかの理由により、各マスクと、取り出したい波長のスペクトル光との間に相対的な位置ずれが生じたとしても、調整手段を用いて、各マスク側の位置、または、スペクトル光の照射位置側の何れか一方もしくは両方を動かすことで、所望の波長を有するスペクトル光以外を適切に遮断するように、これらの間の相対位置を補正することができる。

したがって、各マスクと、取り出したい波長のスペクトル光との間に相対的な位置ずれが生じたとしても、調整手段により、その位置ずれを容易に補正することが可能となる。

前記分光器は、前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面に、反射防止手段を設ける構成も採用可能である。

この場合、遮光面に設けられた反射防止手段に当たった光は、反射することなく吸収されるので、遮光面から入射側に向かって反射して戻ってくる散乱成分を抑えることができる。

したがって、遮光面で遮られた光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、各スペクトル光の射出側に向かって反射し、さらに反射して戻り、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

前記分光器は、前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面が、該遮光面に隣接する光学機器に対向するのを避けるように傾斜している構成も採用可能である。

この場合、傾斜した遮光面に当たった光は、この遮光面に隣接する光学機器を避けた方向に向けて反射される。よって、遮光面から反射して再び戻ってくる散乱成分を抑えることができる。

したがって、遮光面で遮られた光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、各スペクトル光の射出側に向かって反射し、さらに反射して戻り、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

前記分光器は、前記各マスクに隣接してレンズが対向配置され、該レンズの前記各マスクに対向する面が、これらマスクに向かって凸となる凸面をなす構成も

採用可能である。

この場合、各マスクによって遮られた光がレンズの最終面（各マスクに対向する面）に向かったとしても、この最終面が凸面をなしているので、各マスクに戻るのを避けるように反射させることができる。

したがって、各マスクによって遮られて反射した光がレンズに向かったとしても、レンズの最終面（各マスクに対向する面）が凸面であるため、各マスクに戻るように反射するのを避けることができる。よって、レンズで反射された光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

本発明の共焦点顕微鏡は、観察対象からの光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して受光器で受光する共焦点顕微鏡であって、前記観察対象から前記受光器に向かう光路の間に、上記の何れかに記載の分光器を備える構成を採用した。

この構成によれば、用いる分光器が従来に比較して高S／N比を得られるものであるため、高い測定精度を達成することが可能となる。

What is claimed is:

1. 光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して取り出す分光器であって、
分解された前記各スペクトル光を対向視して、これらスペクトル光の並び方向をスペクトル方向とした場合に、
前記各スペクトル光の透過域を、前記スペクトル方向で制限するマスクと、前記スペクトル方向に垂直方向で制限するマスクとを備える。
2. 請求項 1 に記載の分光器であって、
分解する前の前記光束が焦点を結ぶ四角形の微小開口を備え、該微小開口の一の対角線がなす方向と前記スペクトル方向とが、互いに平行である。
3. 請求項 1 に記載の分光器であって、
前記各マスクと、これらマスクに向かう前記各スペクトル光との相対位置を調整する調整手段を備える。
4. 請求項 1 に記載の分光器であって、
前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面に、反射防止手段が設けられている。
5. 請求項 1 に記載の分光器であって、
前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面が、該遮光面に隣接する光学機器に対向するのを避けるように傾斜している。
6. 請求項 1 に記載の分光器であって、
前記各マスクに隣接してレンズが対向配置され、
該レンズの前記各マスクに対向する面が、これらマスクに向かって凸となる凸面をなす。

7. 観察対象からの光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して受光器で受光する共焦点顕微鏡であって、

前記観察対象から前記受光器に向かう光路の間に、請求項1から請求項6の何れか1項に記載の分光器を備える。

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

各スペクトル光の光路を、スペクトル方向で制限する可変マスク 24 a, 24 b と、垂直方向で制限する複合マスク 24 c, 24 d とを備える分光器を採用した。また、この分光器をそなえた共焦点顕微鏡を採用した。